浅水湖泊物理-生态过程模拟平台（湖泊模拟平台）

朱广伟　杨宏伟　吴挺峰　李 未　李宽意　沈睿杰　闵 屾　邓建明　秦伯强*

1 中国科学院南京地理与湖泊研究所 南京 210008
2 中国科学院太湖湖泊生态系统研究站 无锡 214128

摘要　湖泊是我国地表水资源库和山水林田湖草生命共同体的重要组成。湖泊生态系统相对封闭，结构与功能较为清晰，生物与环境相互作用紧密，是开展生态学理论与实践研究的优良场地。湖泊生态学研究的主要方法有野外观测、受控实验及数值模拟。而浅水湖泊环境容量小，湖泊生态系统对环境变化敏感。比如，风浪等物理过程能显著引起湖泊沉积物悬浮和内源营养盐释放，影响上覆水光环境，进而影响浮游植物生长乃至整个湖泊生态系统结构与功能。受制于野外受控实验系统的条件限制，目前我国湖沼学实验大多停留在数立方米体积的水池试验和条件较难控制的湖体中试，大尺度受控模拟试验装置缺乏，重要湖沼学过程和关键条件参数获取困难。在中国科学院野外站网络重点科技基础设施建设项目的支持下，中国科学院太湖湖泊生态系统研究站在我国第三大淡水湖——太湖建成了浅水湖泊物理-生态过程模拟平台，以高仿真湖泊物理模型实验平台为核心，配套大型生态实验平台与数值模拟平台，可以开展波浪、湖流、河道脉冲式输入等湖泊物理过程影响下的湖体污染物迁移转化过程、生物生理与生态系统响应过程，以及水体鱼类、高等水生植物、浮游藻类、底栖生物等生态系统模拟试验。利用模拟平台开展了重要水体生态过程研究、工程技术参数确定，极大增加了野外站受控实验能力和数值模型参数精度，提升了支撑国家生态修复与管理需求、国际湖沼学理论前沿探索的能力。

关键词　大型湖泊，物理模型，生态模拟，生态过程，生态修复

DOI　10.16418/j.issn.1000-3045.20210822001

1 湖泊模拟平台（LAMP）建设的目的和意义

湖泊是我国极其珍贵的地表水资源[1]，是山水林田湖草生命共同体的重要组成部分。在一个流域生态系统中，湖泊是整个生态系统中物质的汇，其生态质量反映了整个生命共同体的整体质量[2]。全球湖泊面

*通信作者
资助项目：中国科学院野外站网络重点科技基础设施建设项目（KFJ-SW-YW003）

临严峻的生态挑战，如气候变化对湖泊的生态系统压力增大、蓝藻水华加剧、服务功能下降等[3-5]。开展长期定位观测与野外模拟试验相结合的生态学研究，是认知湖泊生态环境演化机理、破解保护与治理技术瓶颈的重要手段[6]。

由于生态系统相对封闭，物质和能量流动容易定量，湖泊生态学研究在推动生态系统理论发展中发挥了重要的作用[2]。设立野外站，通过持续观测和系统模拟，揭示生态学基本理论，是国际湖沼学研究的基本手段[7]。例如，美国 Hutchinson 学科组在生态系统概念和理论构建方面取得的成果，大都是基于湖泊生态系统的长期观测获得的。2004 年，美国国家科学基金会（NSF）推出了专门针对湖泊生态系统研究的全球湖泊生态观测网络项目（GLEON）。目前，GLEON 已经发展为全球 50 多个湖泊野外站、800 多名湖泊野外科研工作者参与的国际生态研究网络[8]，推动了信息技术的生态学应用、生态系统高频自动监测技术及生态系统模拟技术发展。

我国现代湖泊学野外观测研究始自 1949 年朱树屏和杨光圻[9]对太湖水体理化性质的周年观测。光、温、水动力、水文等物理条件变化是湖泊生态系统演替的重要驱动力[7]。光照决定了浅水湖泊水生植被类型，影响浮游植物生产力[10,11]；温度影响水体生物生长，对水体物理分层、内源污染物释放起到作用[12,13]；水文水动力则引起湖泊生态系统的空间分异，影响蓝藻水华等生态灾害形成[14]；河湖交换、湖泊水体连通性等湖泊水文条件过程对鱼类、鸟类等重要生物的栖息地质量影响甚大[15]。浅水湖泊对于我国的湖泊资源利用和生态服务功能需求而言也意义重大，长江、淮河、黄河中下游人口稠密地区的湖泊均为浅水湖泊[16,17]；这些湖泊既是重要生物栖息地，也在渔业生产、旅游休闲、城市水资源供给等方面发挥着重要功能，是我国湖泊保护与治理的重点。因此，构建大型浅水湖泊野外原位生态模拟实验平台，对湖泊生态理论研究、国家生态治理技术支撑意义重大。

国际上，湖泊物理模型实验平台非常少，主要是一些水体生态实验场。丹麦奥胡斯大学在 Lemming 实验基地构建了由 24 个实验人工池组成的气候变化对湖泊生态系统影响模拟系统[18]。法国国家科学研究中心建立了由 16 个面积为 360 m^2 的人工湖（长24 m× 宽15 m）组成的湖泊生态过程模拟系统[19]。中国在河流、湖泊的水动力物理过程模拟方面有大量积累。例如，水利部交通运输部国家能源局南京水利科学研究院制作的三峡工程模型，已经应用近 20 年，并在相关工程技术方案制定方面发挥了重要作用。近年来，该院还建立了一个太湖物理模型，主要用于太湖风生流等动力过程模拟研究。由于建在室内，该模型系统在生态方面的模拟能力较弱。

在中国科学院野外站网络重点科技基础设施建设项目的支持下，中国科学院太湖湖泊生态系统研究站（以下简称“太湖站”）于 2016 年开始建设“浅水湖泊物理-生态过程模拟平台”（Lake Modeling Platform），简称“湖泊模拟平台”（LAMP），被用来开展湖泊出入流污染扩散动力学过程、湖体波浪扰动过程、湖泊物质迁移堆积过程、水生动植物与水体物理环境因子相互作用等关键过程模拟研究。LAMP 于 2020 年 11 月 16 日完成专家验收，目前已经支撑开展湖泊物理条件的生态学效应、蓝藻水华形成与致灾机理、水生植物退化机制与修复技术等关键科学问题研究和工程参数获取，既服务于湖泊科学发展，也支撑水环境的治理技术研发等国家需求。

中国科学院院士王会军在 LAMP 验收时评价：“该大型物理模型实验平台集成了出入流控制、造波、采集等智能数控系统，是一个实验数据采集能力强、实验受控程度高的智能化平台，是一个支撑湖泊生态系统研究的重要科技基础设施。”中国工程院院士杨志峰在 LAMP 验收时指出：“依靠物理模型和综合生物生态过程模拟实验能够获取更扎实的水文和生态参数，使得

我们的湖泊水动力-生态模型的数值模型架构和参数选取更加科学合理，模拟结果更加精准。”

2 LAMP 建设的目标、难点及解决方案

2.1 建设目标

LAMP 瞄准浅水湖泊动力过程影响下物理、化学、生物要素的响应与演变机制研究中物理模拟及数值分析需求，建成具有多通道出入流控制系统、水动力模拟实验系统的浅水湖泊物理模型，构建湖泊物理-生态数值模型，形成基础数据采集能力强、野外受控试验设施全、生态管理支撑水平高的大型基础科研设施，提升中国科学院生态系统研究网络在湖泊生态系统理论研究及湖泊治理修复技术开发方面的科研设施支撑能力。

2.2 建设难点及解决方案

大型浅水湖泊巨大的面积与极浅的水深，是引发风浪发育充分、界面物质交换强烈及生态结构空间迥异的重要原因。但在浅水湖泊生态过程的物理模型构建上，水平尺寸与水深之间的比例尺设定成为模型构建的难点。浅水湖泊的出入流众多，水流滞缓，出入流量模拟的参数设定也成为模型构建的难点。LAMP 在设计中克服了比例尺问题、出入流参数化问题和数值模型构建等困难，为类似模型的构建提供借鉴。

（1）抓住关键物理生态过程模拟需求确定模型比例尺参数。LAMP 选址在太湖之滨，服务于太湖关键生态过程的模拟研究是该平台的重要功能。因此将太湖这一典型大型浅水湖泊作为物理模型的平面外廓，湖泊物理模型参考太湖关键参数，同时考虑模拟目标和水体生态系统环境研究需求，选取不同比例尺的水平和垂向参数。由于太湖面积大，考虑到竺山湾、梅梁湾、贡湖湾、胥口湾、东太湖等主要湖湾的生态结构差异大，模型的水平比例尺确定为 1∶1000；垂向水深采用可调的方式，垂向比例尺 1∶1—1∶5 不等，最大水深 2 m，选择这样的深度可兼顾边界阻力作用、水-泥界面动力扰动过程、大型维束管植物生态效应、浮游生物和底栖生物生长过程、鱼类生态过程等模拟需要，凸显 LAMP 生态模拟功能。

（2）改进控水系统提高湖泊出入湖模拟控制精度。浅水湖泊大都地处平原，出入流众多，但流速极慢。因此，低流速出入流的精准模拟是 LAMP 构建的技术难点。为此，LAMP 设计建造了精密泵房控制系统（图 1），模拟设置 15 条出入湖河流，通过 FUCA 水泵上位控制系统，精确控制每条河流的出入湖流量。为了达到精确控制流量目的，在管道上加装了自动三通阀和压力传感器，一旦超出流量，传感器会通过软件自动控制，由自动三通阀将多余的水或者空气排除，以确保模拟流量的精度。出入流控制系

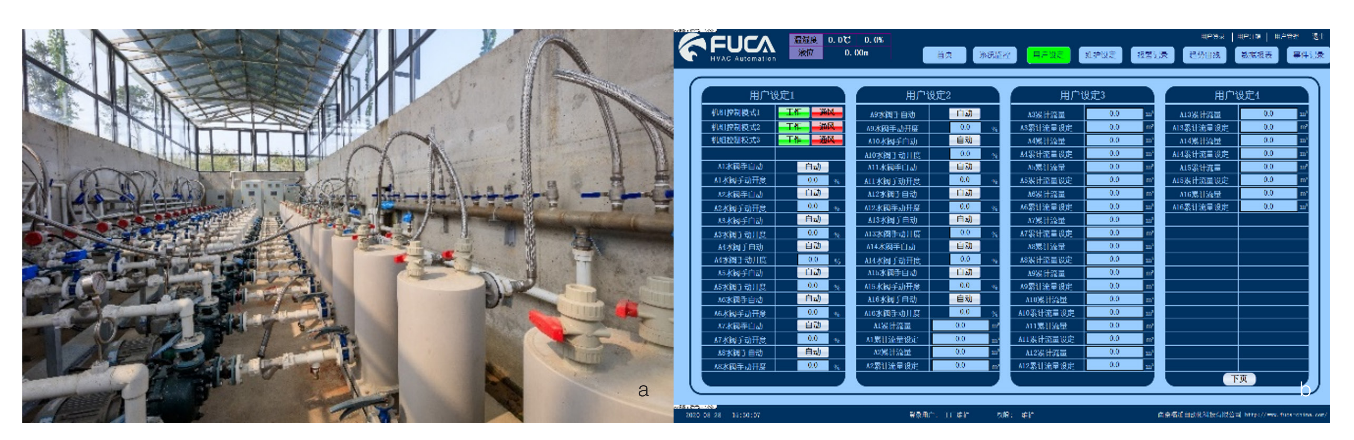


图 1　湖泊模拟平台（LAMP）中控制出入湖流量的泵房（a）和控制软件界面（b）
Figure 1　Pump center (a) and software interface (b) for inflow/outflow simulation of Lake Modeling Platform

统可以根据特定的模拟对象，调整输入河道的数量及河道输入流量，从而满足我国不同湖泊类型的水文水动力模拟要求。

（3）构建浅水湖泊水动力-生态耦合数值模型，强化管理应用支撑。物理模型与数值模型相结合，能够大幅提升物理模拟方案的设计水平，强化物理模型模拟获得认知规律的应用。LAMP 平台加载了太湖水动力-生态数值模型（DYTHE）。DYTHE 模型是针对太湖等大型浅水湖泊的水动力、水生态特点，基于过程的确定性模型，模拟湖流、波浪等多个重要的物理、化学和生物学过程，与物理模型相配套，极大增强了 LAMP 的管理应用支撑。

3 LAMP 组成与功能

3.1 湖泊物理过程模拟子平台

LAMP 的湖泊物理过程模拟子平台（图 2）建设在太湖站苏州分部，占地 12 000 m^2，由模型水池、配套调节水池、水面造波系统、出入流自动化控制系统、数据采集系统、水体参加监控系统等组成，是 LAMP 的核心部分。

湖泊模型是由一个类似太湖形状轮廓的 60 m × 60 m 的模拟实验水泥池组成。配套调节水池包括 3 m × 3 m 型水泥实验水池 12 个、20 m×15 m 型水泥实验水池 2 个、30 m × 40 m 型水泥实验标准池 1 个、40 m × 40 m 型自然塘澄清池 1 个、30 m × 40 m 型尾水池 1 个。造波系统可根据实验模拟需要调整波浪方向，造波机固定在池底的钢筋砼底座上，向特定湖湾、湖区方向输出设计波浪。出入流自动化系统可以同时允许多达 15 条河流进行试验，流量控制实现全自动化，控制精度达 0.5%，可以模拟洪水期间非常工况下进出水流携带营养盐在入湖河口的扩散情况；同时，配备了进出水流量 100 m^3/h 水泵，实现模型的水位自动调控。水面上架设 3 套水质参数自动监测传感器，高空架设 4 套高清监控视频，可以实时监测水体浊度、浮游植物叶绿素 a 浓度等多种湖泊物理、化学、生物学表征指标。

3.2 湖泊生态过程模拟与试验子平台

LAMP 的湖泊生态过程模拟与试验子平台位于毗邻太湖站的太湖水面上（图 3）。该子平台是一个水上面积 21 600 m^2 的综合试验场，包括 4 个半开放式水上浮桥围隔试验区和 1 个湖滨试验场，能够同时开展浮游植物、浮游动物、鱼类、底栖生物、高等水生植物等食物链过程的多因素、多组上行效应和下行效应原位受控试验。

3.3 湖泊物理-生态过程数值模拟子平台

LAMP 的湖泊物理-生态数值模拟子平台（图 4）包括了中尺度湖泊流域天气预报模块、流域营养盐径流入湖模拟模块、湖泊三维水动力模拟模块、浮游植物生消模拟模块、溶解氧模拟模块、蓝藻水华与湖泛

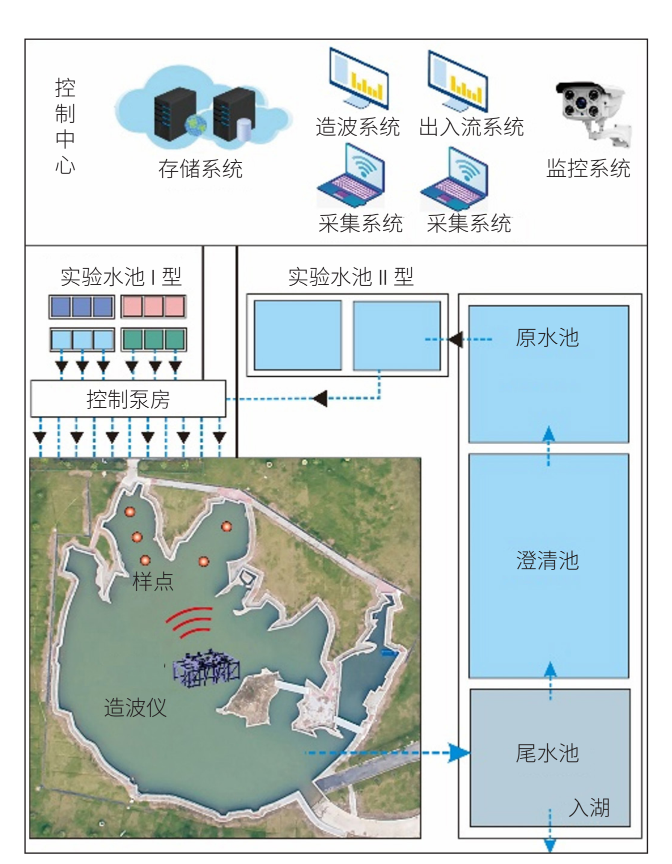


图 2　湖泊模拟平台（LAMP）的大型湖泊物理过程模拟子平台设计图

Figure 2　Framework of lake physical simulating unit of Lake Modeling Platform

预测预警系统等；该子平台具备模拟大型浅水湖泊流场、物质输移过程、藻类生长过程、蓝藻水华生消过程、溶解氧时空变化过程等模拟功能，可开展大型湖泊蓝藻水华精准模拟与预警报告发布。

4 LAMP 的学科支撑与应用前景

LAMP 填补了我国在大型浅水湖泊物理生态过程模拟基础设施方面的空白。由于 LAMP 地处太湖站，湖泊模拟材料获得便利、物理过程控制系统精密、湖泊生物种质资源丰富、数值模拟软件成熟，使得 LAMP 在支撑浅水湖泊湖沼学研究方面能够发挥重要作用。



图 3　湖泊模拟平台（LAMP）的生态过程模拟与试验子平台
Figure 3　Front view of ecological experiment unit of Lake Modeling Platform

（1）模拟认知物理环境变化对湖泊生态系统的影响规律。在湖泊-流域相互作用方面，可以模拟出入流时空变化对湖泊水龄、泥沙、污染物时空变化及其生态效应。在湖泊水动力的生态效应方面，可以模拟不同强度的湖流、波浪水动力作用对湖泊生态系统的影响。在生物生态方面，可以模拟湖流、波浪、光照等物理条件对生物生长的影响。

（2）模拟确定蓝藻水华控制与草型生态系统重构的生态修复技术参数。当前，我国浅水湖泊水环境治理与水生态修复技术上仍存在大量未确定的工程技术参数。例如，虽然近年来对湖泊实施了渔业捕捞管控，但是对不同地理背景湖泊中鱼类群落结构该如何调控，学界存在巨大的争论。利用 LAMP 能够开展较大规模的鱼类调控生态实验，确定鱼类种群控制比例等关键参数。

（3）模拟完善不同类型湖泊的生态模型工具以满足管理需求。基于扎实理论基础上的预测模型则是实

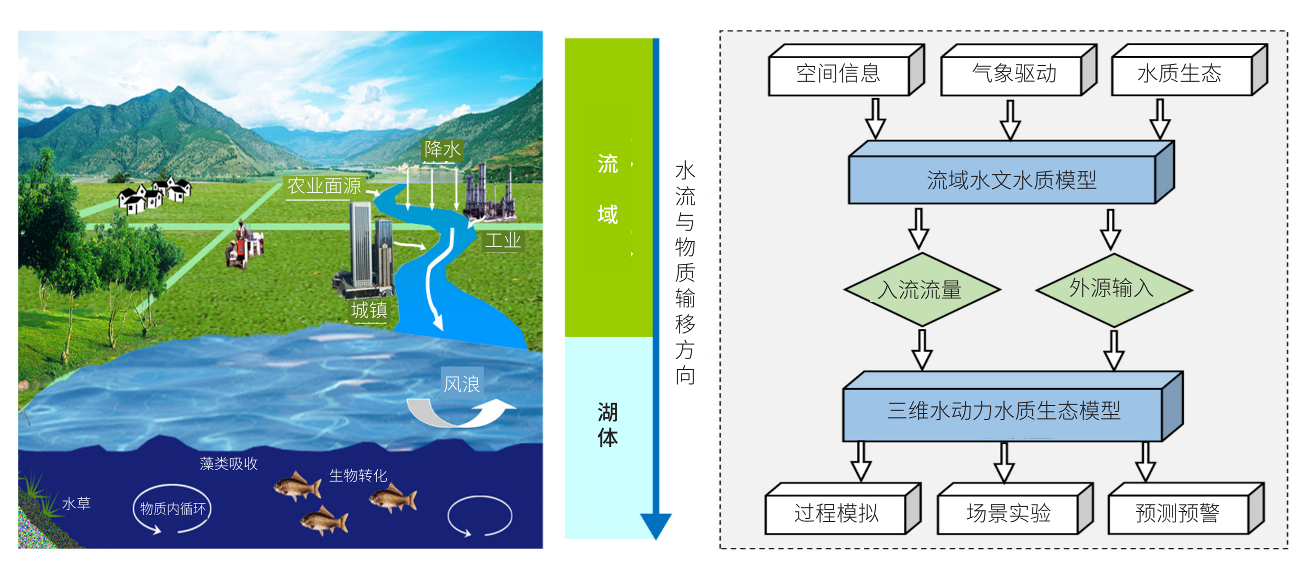


图 4　湖泊模拟平台（LAMP）的湖泊物理 - 生态过程数值模拟子平台技术路线图
Figure 4　Technological roadmap of physical-ecological coupled model unit of Lake Modeling Platform

现科学预测未来的工具。通过物理模拟、生态实验及数值模拟试验等功能，LAMP 可支撑湖泊生态模型的完善，根据不同需求开发出更加精准的统计模型和数值模拟模型，进行湖泊生态变化预测，支撑湖泊水生态修复的方案决策。

5 科学研究成效与未来计划

5.1 科学研究成效

（1）支撑了水动力-生态模型参数率定和优化。LAMP 建成以来，已经在太湖波浪扰动的水质效应、蓝藻水华颗粒物的空间聚集、太湖水动力-生态模型的参数优化等方面发挥了作用，支撑了国家重大科技专项水体污染控制与治理专项（以下简称“国家水专项”）太湖梅梁湾项目“面向梅梁湾蓝藻清除管理的水华预测预警技术研发”子课题及国家重点研发计划“湖泊淤积防控及淤泥资源化利用技术与示范”课题的完成。利用 LAMP 探索大型浅水湖泊风生水体运动特征过程中，建立了适用于浅水湖泊风浪和湖流模拟的三维波流双向耦合数值模型（WCCM），湖流精度比国际主流数值模型平均提高 42.9%（图 5），为我国建立具有自主知识产权的高精度浅水湖泊生态系统数值模型提供保障。

（2）支撑了浅水湖泊食物链结构研究及生态修复技术开发。利用 LAMP 的生态模拟实验子平台，已经开展了高等水生生物与浮游植物群落演替之间关系、滤食性鱼类对浮游植物群落演变规律的影响、滤食性鱼类与滤食性贝类对浮游植物群落演变的交互影响食物链结构与生态修复技术试验（图 6），支撑了国家自然科学基金重点项目“长江中下游地区富营养浅水湖泊生态恢复机理研究”及国家水专项“滨湖城市湖泊草型生态系统重构技术与工程示范”课题等项目完成。研究发现，滤食性鱼类和贝类组合的滤食作用能显著降低水体中浮游植物的总生物量，是潜在的生态修复工具[20]；鳑鲏等野杂鱼的排泄对水体营养盐内循环产生不可低估的贡献，而沉水植物生长则对鳑鲏的营养盐效应产生明显的抑制作用[21]。

（3）LAMP 还吸引了多个研究项目落地太湖站。例如，“气候变化对湖库有害藻华影响战略研究”“基于生态系统-环境胁迫关系研究沉水植物个体形态与群落分布格局演变及其驱动因子”“浅水湖泊风浪谱机构对藻类垂向混合是影响研究”等多个国家自然科学基金项目因 LAMP 平台支撑获得资助，中国科学院科研仪器设备研制项目“地基（岸基）多光谱水质遥感仪器研制”也落地太湖站。



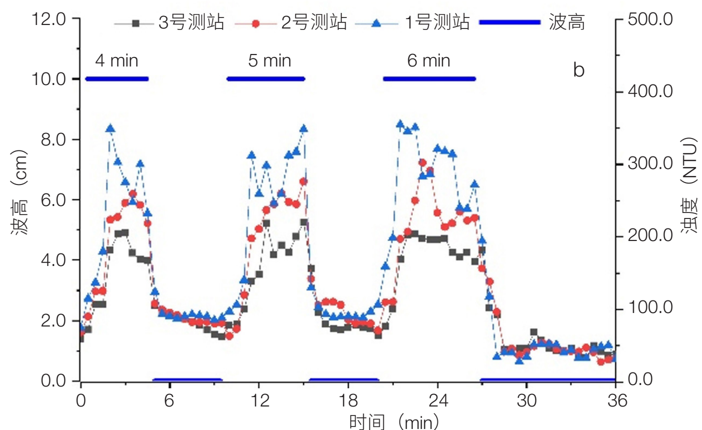


图 5　湖泊模拟平台（LAMP）开展波浪传播特征模拟实验

Figure 5　Wave propagation experiments using Lake Modeling Platform

（a）物理模型实验现场；（b）波高与水体浊度变化图

(a) Physical model experiment; (b) Variation of wave height and turbidity

5.2 未来研究计划

（1）在物理湖泊学理论研究中开展一系列关键过程模拟实验。开展浅水湖泊水沙动力学过程模拟，通过对不同入流强度、不同泥沙含量的入流过程在流场、波浪相互作用下泥沙的沉降进行模拟，研发三维黏性泥沙传输模型；开展波浪对湖湾、岸边带淤积影响的模拟实验，研究波浪对太湖地形的塑造；开展波流相互作用对浅水湖泊生态因子空间分异的影响实验，探究波浪对水生植物的机械损伤和光抑制等间接影响。

（2）在浅水湖泊生态修复技术探索中开展系列关键生态过程模拟实验。开展根据蓝藻空间迁移的生态效应模拟实验，探索蓝藻迁移堆积对滤食性鱼类摄食行为的影响；开展湖泊禁捕对鱼类群落结构变化的影响；开展水位调控对高等水生植物生长的模拟实验，提出不同种类水草恢复的水文节律需求参数。

（3）打造我国不同类型浅水湖泊生态环境模拟研究的支撑平台。LAMP是一个浅水湖泊通用型的模拟试验支撑平台。未来将在太湖生态与环境的各种模拟工作基础上，逐步拓展开展长江中下游地区其他湖泊生态环境方面的应用。例如，通过不同的分隔方法与实验材料，对物理模型进行模块化改造，可以开展湖泊换水周期变化对泥沙输移及营养盐迁移扩散的影响实验。

6 运行与管理办法

（1）运行管理机制。① 资产管理方面，平台由中国科学院南京地理与湖泊研究所行政资产处与太湖站统一管理，制定相关的岗位责任制，仪器设备负责人负责维护、运行大型仪器及发展相关实验技术。② 运行管理方面，出台了平台的管理办法，制订了平台的操作流程，全面记录平台、保养、维修等相关运行痕迹。③ 数据管理方面，平台的使用者是数据的第一产权人，拥有平台数据的全部权利，太湖站对所有平台产生数据及运行记录数据进行整理保存，征得产权人同意的情况下定期开放。

（2）合作共享机制。LAMP在稳定运行后，将面向国内外湖泊研究人员开放。平台使用和预约系统挂靠在国家野外科学观测研究站数据库平台，研究人员注册申请后即可上网查看预约时间，根据项目需求预约使用。

参考文献

1 中国科学院南京地理与湖泊研究所. 中国湖泊调查报告.

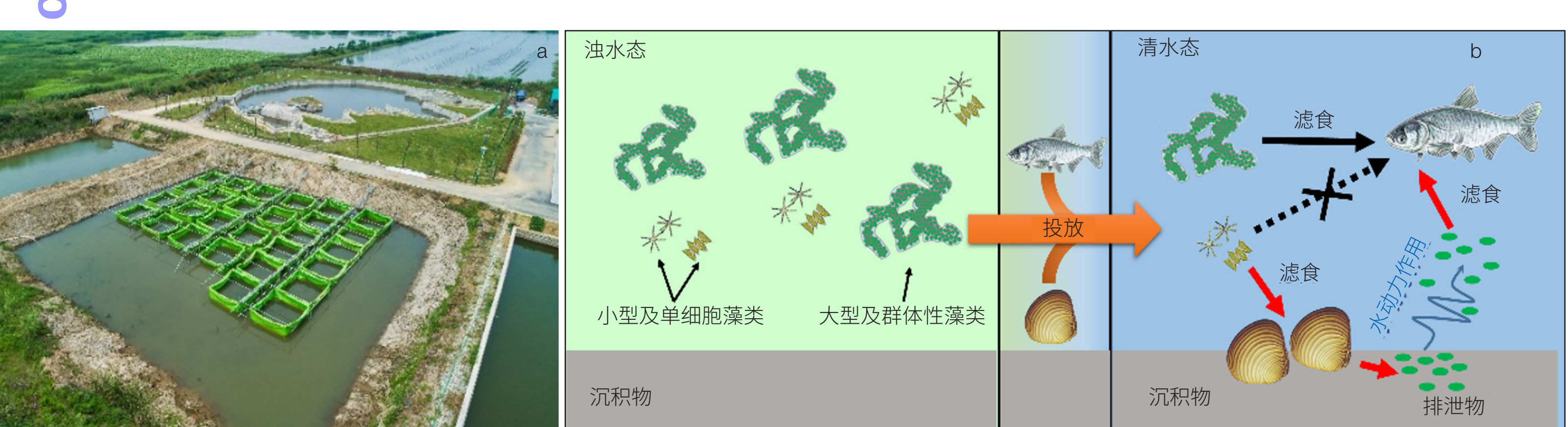


图 6 利用湖泊模拟平台（LAMP）开展食物链调控试验及其揭示的滤食性鱼类 - 贝类协同控藻示意图

Figure 6 Food chain experiments in LAMP and diagram of bloom-control by filter-feedings

（a）食物链调控试验现场；（b）食物链调控原理图

(a) Bio-manipulation of food chain experiment; (b) Carp stocked principle of bloom control

北京: 科学出版社, 2019.

2 刘正文, 苏雅玲, 杨柳. 湖沼学是研究内陆水体的多学科整合科学——兼论我国湖沼学发展面临的挑战与机遇. 湖泊科学, 2020, 32(5): 1244-1253.

3 Woolway R I, Kraemer B M, Lenters J D, et al. Global lake responses to climate change. Nature Reviews Earth & Environment, 2020, 1(8): 388-403.

4 Woolway R I, Jennings E, Shatwell T, et al. Lake heatwaves under climate change. Nature, 2021, 589: 402-407.

5 Stockwell J D, Doubek J P, Adrian R, et al. Storm impacts on phytoplankton community dynamics in lakes. Global Change Biology, 2020, 26(5): 2756-2784.

6 Hipsey M R, Bruce L C, Boon C, et al. A General Lake Model (GLM 3.0) for linking with high-frequency sensor data from the Global Lake Ecological Observatory Network (GLEON). Geoscientific Model Development, 2019, 12(1): 473-523.

7 秦伯强. 水域生态系统过程与变化. 北京: 高等教育出版社, 2019.

8 Hanson P C, Weathers K C, Kratz T K. Networked lake science: How the Global Lake Ecological Observatory Network (GLEON) works to understand, predict, and communicate lake ecosystem response to global change. Inland Waters, 2016, 6(4): 543-554.

9 朱树屏, 杨光圻. 太湖北部湖水中几种理化性质的周年变化. 海洋与湖沼, 1959, 2(3): 146-162.

10 Liu X M, Chen L W, Zhang G X, et al. Spatiotemporal dynamics of succession and growth limitation of phytoplankton for nutrients and light in a large shallow lake. Water Research, 2021, 194: 116910.

11 Zhang Y L, Shi K, Zhou Q C, et al. Decreasing underwater ultraviolet radiation exposure strongly driven by increasing ultraviolet attenuation in lakes in eastern and southwest China. Science of the Total Environment, 2020, 720: 137694.

12 Zhang Y L, Wu Z X, Liu M L, et al. Thermal structure and response to long-term climatic changes in Lake Qiandaohu, a deep subtropical reservoir in China. Limnology and Oceanography, 2014, 59(4): 1193-1202.

13 Qin B, Zhou J, Elser J J, et al. Water depth underpins the relative roles and fates of nitrogen and phosphorus in lakes. Environmental Science & Technology, 2020, 54(6): 3191-3198.

14 Qin B Q, Li W, Zhu G W, et al. Cyanobacterial bloom management through integrated monitoring and forecasting in large shallow eutrophic Lake Taihu (China). Journal of Hazardous Materials, 2015, 287: 356-363.

15 Li Y L, Zhang Q, Tan Z Q, et al. On the hydrodynamic behavior of floodplain vegetation in a flood-pulse-influenced river-lake system (Poyang Lake, China). Journal of Hydrology, 2020, 585: 124852.

16 Guan Q, Feng L, Hou X J, et al. Eutrophication changes in fifty large lakes on the Yangtze Plain of China derived from MERIS and OLCI observations. Remote Sensing of Environment, 2020, 246: 111890.

17 Tong Y D, Qiao Z, Wang X J, et al. Human activities altered water N:P ratios in the populated regions of China. Chemosphere, 2018, 210: 1070-1081.

18 Davidson T A, Audet J, Jeppesen E, et al. Synergy between nutrients and warming enhances methane ebullition from experimental lakes. Nature Climate Change, 2018, 8(2): 156-160.

19 Sotton B, Paris A, Le Manach S, et al. Global metabolome changes induced by cyanobacterial blooms in three representative fish species. Science of the Total Environment, 2017, 590-591: 333-342.

20 Shen R J, Gu X H, Chen H H, et al.Combining bivalve (*Corbicula fluminea*) and filter-feeding fish (*Aristichthys nobilis*) enhances the bioremediation effect of algae: An outdoor mesocosm study. Science of the Total Environment,

2020, 727: 138692.

21 Yu J L, Xia M L, He H, et al. Species-specific responses of submerged macrophytes to the presence of a small omnivorous bitterling *Acheilognathus macropterus*. Science of the Total Environment, 2021, 753: 141998.

Shallow Lake Physical-ecological Process Modeling Platform (LAMP)

ZHU Guangwei YANG Hongwei WU Tingfeng LI Wei LI Kuanyi SHEN Ruijie

MIN Shen DENG Jianming QIN Boqiang*

（1 Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China;

2 Taihu Laboratory for Lake Ecosystem Research, Chinese Academy of Sciences, Wuxi 214128, China）

Abstract Lake is an important component of inland water resource of China, and key ecological component of Mountain-River-Forest-Farmland-Lake-Grassland life community. Lake is also a perfect research unit for ecological theory owing to its relative clearly isolate ecosystem. Field observatory, controlled experiment, and numerical simulation are common research methods for limnology theory development and ecological restoration technology innovation. In shallow lakes, the lake ecosystem is very sensitive to the change of environmental condition. For example, changes of physical condition, such as wind-wave, could strongly influence the sediment-water interaction, light condition of water, and the growth of phytoplankton, and finally change the whole ecosystem structure and ecological service. In China, field experiment facilities for limnology research are deficient. Most of the field experiments were undertook in small enclosures or small ponds. It is an urgent need of large-scale controlled field experiment system in limnology research. With the financial support of corner-stone research infrastructure project for the field station network of Chinese Academy of Sciences, Taihu Laboratory for Lake Ecosystem Research (TLLER) has accomplished a large-scale physical and ecological experimental infrastructure system, Shallow Lake Physical-Ecological Modeling Platform (LAMP) next to Lake Taihu, the third largest freshwater lake of China. The platform includes physical lake model, large ecological experimental field on lake, and 3-D numerical model of Lake Taihu (DYTHE). LAMP platform significantly enhances the research ability of controlled physical and ecological experiment about limnology theory and technology development.

Keywords large lake, physical model, ecological simulation, ecological process, ecological restoration



朱广伟 中国科学院太湖湖泊生态系统研究站/江苏太湖湖泊生态系统国家野外科学观测研究站执行站长，中国科学院南京地理与湖泊研究所物理湖泊与水文研究室主任、研究员。长期从事浅水湖泊与水库营养盐动力学、有害藻类生态学研究。江苏省海洋湖沼学会常务理事，中国地理学会湖泊与湿地分会理事。以第一/通讯作者发表论文114篇，参编专著2部，参与获得省部级奖励3项，2016年获得中国生态系统研究网络科技贡献奖。E-mail: gwzhu@niglas.ac.cn

ZHU Guangwei Executive Deputy Director of Taihu Laboratory for Lake Ecosystem Research (TLLER) of Chinese Ecosystem Research Network (CERN) and National Field Observatory and Research Station, Jiangsu Province, and the

*Corresponding author

Research Professor of Nanjing Institute of Geography & Limnology, Director of Physical Limnology and Hydrology Division. Dr. Zhu has been focusing on the nutrient dynamics in shallow lake and reservoir, and ecological of harmful algal in inland waters. He currently serves as Executive Member of Jiangsu Society of Oceanology and Limnology, Council Member of Lake and Wetland Association, Branch of the Geographical Society of China. He has published 114 journal articles, participated in editing 2 limnological books. He has won 3 provincial level Scientific Achievement Awards, and he received Achievement in Scientific Field Award of CERN in 2016.
E-mail: gwzhu@niglas.ac.cn

秦伯强　中国科学院太湖湖泊生态系统研究站/江苏太湖湖泊生态系统国家野外科学观测研究站站长，中国科学院南京地理与湖泊研究所研究员。长期从事浅水湖泊生态学和湖库水环境保护与修复工程研究。中国地理学会湖泊与湿地研究分会主任，国家自然科学基金创新群体负责人，国家自然科学基金杰出青年基金获得者，以第一/通讯作者发表论文107篇，主编SCI收录专辑4期，中英文专著4部，以第一完成人获得省部级奖励3项。E-mail: qinbq@niglas.ac.cn

QIN Boqiang　Director of Taihu Laboratory for Lake Ecosystem Research (TLLER) of Chinese Ecosystem Research Network and National Field Observatory and Research Station, Jiangsu Province, and the Research Professor of Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences (CAS). Dr. Qin has been focusing on the shallow lake ecology and lake restoration engineering researches. He currently serves as Director of Lake and Wetland Association, Branch of the Geographical Society of China. He also leading the projects of Creative Research Group and Distinguished Young Scholars of National Natural Science Foundation of China. He has published 107 journal articles, been Guest Editor of 4 special issues of SCI indexed journals, and Editor-in-Chief of 4 research books. Also, he has won 3 provincial level Scientific Achievement Awards.
E-mail: qinbq@niglas.ac.cn

■责任编辑：张帆